

Выводы:

1. Определение потерь тепла по балансу тепла в нижней ступени теплообмена позволяет оценивать их значение по текущей информации о работе печи в конкретны сырьевых и режимных параметрах их работы.

2. Разработана архитектура системы. Выполнено функциональное моделирование системы.

Список использованных источников

1. О возможности использования теплового баланса доменной плавки для контроля тепловых потерь / О.П. Онорин, А.А. Полинов, А.В. Павлов, Н.А. Спирин, И.А. Гурин // *Металлург*. 2018. № 3. С. 30-34.

2. Спирин Н.А. Математическое моделирование металлургических процессов в АСУ ТП / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, Л.Ю. Гилева, А.В. Краснобаев, В.С. Швыдкий, О.П. Онорин, К.А. Щипанов, А.А. Бурыкин. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 558 с.

3. Спирин Н.А. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки: монография / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, А.В. Краснобаев, О.П. Онорин, И.Е. Косаченко; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 462 с.

4. Методология функционального моделирования IDEF0. Госстандарт России. – М.: ИПК "Издательство стандартов", 2000. – 75 с.

5. Waissi G.R., Demir M., Humble J.E., Lev B. Automation of strategy using IDEF0 – A proof of concept // *Operations Research Perspectives*. 2015. Vol. 2. Pp. 106-113. DOI: 10.1016/j.orp.2015.05.001.

6. Hou C., Wang J., Chen C. Using hierarchical scenarios to predict the reliability of component-based software // *IEICE Transactions on Information and Systems*. 2018. Vol. E101D. No. 2. Pp. 405-414. DOI: 10.1587/transinf.2017EDP7127.

УДК 004.94

А. Е. Болгов, Н. А. Спирин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В МЕТАЛЛУРГИИ

Аннотация. *Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме – повышению эффективности управления технологическими процессами в металлургии. Вследствие сложности процессов, протекающих в доменных печах, встает вопрос об информатизации этого процесса с помощью разработки информационно-моделирующих*

систем. В данной статье описаны структура и назначение информационно-моделирующих систем, а также средства, применяемые на каждом из этапов создания программного обеспечения.

Ключевые слова: металлургия, доменный процесс, моделирование, информационно-моделирующая система.

Abstract. The article is devoted to an urgent problem today – increasing the efficiency of technological process control in an industry such as metallurgy. Due to the complexity of the processes taking place in blast furnaces, the question arises about the informatization of this process through the development of information-modeling systems. This article describes the structure and purpose of information modeling systems, as well as the tools used at each stage of software development.

Key words: metallurgy, blast-furnace process, modeling, information modeling system.

Работа инженерно-технологического персонала доменного цеха сопряжена с трудностью в связи с нестабильностью процессов, протекающих в доменных печах, при существенном уменьшении времени на принятие решений по управлению технологическими процессами и производством в целом.

Создание отдельных расчетных модулей, позволяющих рассчитать конкретные показатели, неприменимо для сложных и распределенных систем, как доменное производство, поэтому решение задач анализа доменной плавки производится с помощью информационно-моделирующих систем, в основу которых положены комплексные математические модели. Данные информационные системы позволяют моделировать различные конфигурации печи и условия для получения результатов прогноза, необходимого для принятия решения [1]. Математическое моделирование процессов доменного производства является необходимым этапом при решении задач анализа производственных ситуаций в масштабе доменного цеха и повышения качества чугуна при ужесточении экономических и экологических требований.

Функциональная структура информационно-моделирующих систем состоит из четырех основных блоков и представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Функциональная структура информационно-моделирующей системы

Каждый блок представляет собой подсистему, отвечающую конкретным целям и задачам. Информационная подсистема служит для ввода исходных данных и содержит нормативно-справочную информацию. Моделирующая подсистема предназначена для выполнения расчетов по заранее сформированной

математической модели, реализованной в виде программных модулей. Подсистема анализа и предоставления результатов выдает результаты работы программного обеспечения в виде доступном для анализа и принятия решений, чаще всего это численное и графическое представление.

При создании информационных систем, применяемых в металлургии, используются современные технологии разработки программного обеспечения. На этапе проектирования информационных систем используются различные CASE-средства, которые обеспечивают полноту описания программного обеспечения, учитывая требования к системе, и подготовку проектной документации. Для выполнения функциональной декомпозиции применяется методология функционального моделирования и графическая нотация IDEF0 [2]. На рисунке 2 представлен пример контекстной диаграммы, который описывает иерархию взаимосвязей программного обеспечения с внешней средой.

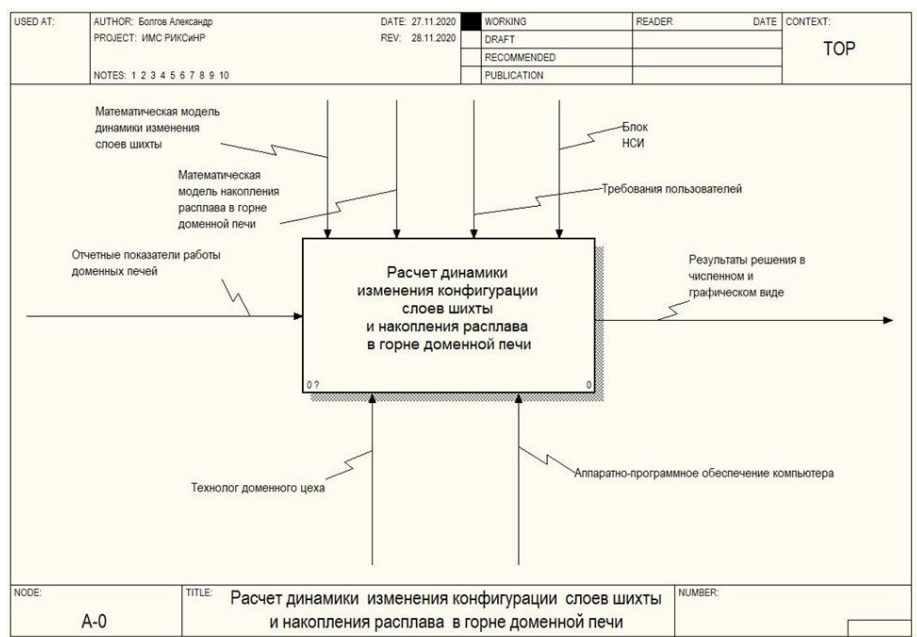


Рис. 2. Верхний уровень функциональной модели

После осуществления функционального моделирования выполняется построение архитектуры приложения. На текущий момент широкое распространение получили веб-приложения, использующие трехзвенную архитектуру, состоящую из клиента, сервера приложений и сервера баз данных (рис. 3).

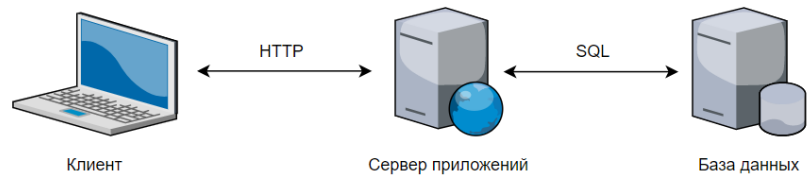


Рис. 3. Архитектура информационно-моделирующей системы

Трехзвенная архитектура обеспечивает безопасность, надежность и масштабируемость приложения, а также простоту интеграции с существующими программными модулями.

Следующим этапом выполняется программная реализация системы. Построение математической модели любого процесса начинается с переноса расчетов в электронные таблицы MS Excel, которые предназначены для получения и проверки искомого решения задачи моделирования и служат для дальнейшего тестирования корректности работы программного обеспечения. После переноса расчетов в электронные таблицы начинается процесс разработки программного обеспечения с помощью языков программирования. Математическая модель разбивается на отдельные составляющие и переносится на язык понятный компьютеру, создается математическая библиотека. Принято при реализации подобных систем использовать объектно-ориентированный подход к программированию, что позволяет получить хорошо структурированный, надёжный и легко модифицируемый код, который в дальнейшем можно переиспользовать в других системах [3-4].

Тенденции разработки диктуют итеративный подход к программированию, поэтому в современных информационных системах используют системы контроля версий, которые позволяют совместно разрабатывать продукт нескольким разработчикам.

Для манипулирования данными используются средства систем управления базами данных. Они позволяют хранить исходные данные, нормативно-справочную информацию (корректировочные и эмпирические коэффициенты, насыпные массы шихтовых материалов и т.д.) и результаты расчетов.

Таким образом, информационно-моделирующие системы обеспечивают полноту и наглядность в предоставлении информации и позволяют своевременно принимать решения об изменении параметров технологических процессов для повышения технико-экономических показателей металлургического производства. Технологии, применяемые при построении систем класса СППР, должны отвечать всем требованиям, предъявляемым к сложным металлургическим агрегатам, обеспечивать безопасность и надежность при построении информационных систем.

Список использованных источников

1. Спирин Н.А. Модельные системы поддержки принятия решений в АСУ ТП доменной плавки: монография / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, В.Ю. Рыболовлев, А.В. Краснобаев, О.П. Онорин, И.Е. Косаченко; под ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 462 с.
2. Дубейковский В.И. Эффективное моделирование с СА ERwin Process Modeler (BPwin; AllFusion Process Modeler). – М.: Диалог-МИФИ, 2009 – 384 с.
3. Software for decision-making support in blast-furnace operation / V.V. Lavrov, N.A. Spirin, I.A. Gurin, V.Yu. Rybolovlev, A.V. Krasnobaev // Steel in Translation. August 2017. Volume 47. Issue 8. Pages 538–543. DOI: 10.3103/S0967091217080071.

4. Web-technologies for construction of automated information-modeling systems of technological processes in metallurgy / Gurin I.A., Lavrov V.V., Spirin N.A., Nikitin A.G. // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenij. Chernaya Metallurgiya. Volume 60. Issue 7. 2017. Pages 573-579. DOI: 10.17073/0368-0797-2017-7-573-579.

УДК 331.461.2:622.691.4:623.486:614.8

Ю. А. Бондин, Н. А. Спирин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ ТРУБ НА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

Аннотация. В соответствии с отчетами Федеральной службы по экологическому, техническому и атомному надзору последствия от аварий и инцидентов на линейной части магистральных газопроводов составляют миллионы рублей в год. Одновременное снижение как вероятности возникновения аварий, так и их последствий может быть обеспечено в первую очередь за счет принятия технически и экономически-оправданных решений по ремонту труб на линейной части магистральных газопроводов. Существующие и внедряемые системы автоматизации предлагают количественные и качественные показатели надежности и целостности объектов линейной части магистральных газопроводов для обоснования необходимости проведения ремонта труб. Поскольку данные ремонты требуют серьезных затрат на их проведение, то они должны быть рассмотрены с точки зрения инвестиционных проектов, для которых необходимо выполнять оценку экономической привлекательности. Целью исследования стало определение возможности расчета показателей экономической эффективности проведения мероприятий по ремонту труб на линейной части магистральных газопроводов с учётом их затрат и снижения совокупности вероятности возникновения аварий и тяжести от их возможных последствий. В рамках работы выполнено исследование нормативно-технической документации, регламентирующей разработку рекомендаций по ремонту труб на магистральных газопроводах. Рассмотрены информационно-управляющие системы, предназначенные для планирования мероприятий по ремонту газопроводов. Оценена возможность рассмотрения мероприятий по ремонту с точки зрения их инвестиционной привлекательности. В результате предложен алгоритм оценки показателей экономической эффективности. Проведен расчет срока окупаемости первоначальных инвестиций, необходимых для проведения ремонта труб.

Ключевые слова: магистральные газопроводы; техногенные аварии; количественная оценка рисков; информационные системы.

Abstract. According to the reports of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision (Rostekhnadzor), the consequences of accidents on the gas pipelines amount to millions of rubles per year. The simultaneous reduction of both the probability of accidents and their consequences can be achieved primarily through the adoption of technically and economically justified decisions on the repair of pipes. Existing automation systems offer quantitative and